

# ANALISA SISTEM FORMAT MODULASI OPTIK NRZ-DPSK PADA SISTEM LIGHTWAVE BERKECEPATAN TINGGI ANALYSIS OF OPTICAL MODULATION FORMAT NRZ-DPSK ON HIGH SPEED WAVELIGHT SYSTEM

James Madison<sup>1</sup>, A. Hambali<sup>2</sup>, Mamat Rokhmat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

## Abstrak

Saat ini, sistem komunikasi kabel tembaga tidak lagi menjadi satu-satunya sistem komunikasi wireline yang tersedia dan dapat digunakan secara umum. Sekarang telah muncul sistem komunikasi optik sebagai alternatif sistem komunikasi wireline, karena kelebihan-kelebihan yang dimilikinya dibandingkan sistem komunikasi kabel tembaga

Seiring perkembangan teknologi di bidang informasi, saat ini kebutuhan akan bitrate data yang tinggi diperlukan untuk mendukung kebutuhan masyarakat akan transmisi data yang cepat dan handal. Bahkan pada pengembangannya sekarang, sistem komunikasi optik telah mampu mencapai bit rate 40 Gbps

Namun, selain bit rate yang tinggi diperlukan juga pemilihan format modulasi yang tepat agar didapatkan sistem yang cepat sekaligus handal. Hasil yang dicapai pada tugas akhir ini adalah menganalisis suatu sistem dengan format modulasi NRZ-DPSK, dengan BER sebagai parameter utamanya. Didapatkan BER sekitar , selain itu dianalisis juga optimasi sistem agar bisa diperoleh BER yang maksimal, yaitu sebesar

Kata Kunci : BER, NRZ-DPSK, 40 gbps

---

## Abstract

Nowadays, copper wire communication system is not the only choice for the wire line communication system that people commonly used. Recently, the progress of the communication technology has been emerged optical communication system as the alternative for the wire line communication, and became the favourite one because of its excess.

Along the technology growth, especially in information field, nowadays the needs for the high bit rate are totally required to support the people demands on fast and reliable data transmission. And even for now, the optical communication system has advanced to reach the 40 gbps bit rate.

However, high bit rate is not the only advanced technology, choosing for the right modulation format also important to get not only fast, but also reliable communication system. The aim of this project are, to analyze a system that has been modeled before, with high bit rate, up to 40 gbps, using the NRZ-DPSK modulation format, BER as the main parameter. This research has found that the system has BER. Beside doing the analysis, this project also make the optimization for the system for its BER so this system could reach better BER, which are .

Keywords : BER, NRZ-DPSK, 40 gbps

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan jaman, teknologi telekomunikasi semakin maju dengan pesat. Salah satu produk teknologi telekomunikasi adalah serat optik (*lightwave system*) yang memberikan kontribusi penting bagi dunia telekomunikasi saat ini.

Sistem *lightwave* atau sering disebut sistem optik merupakan suatu sistem yang menggunakan gelombang cahaya sebagai metode komunikasi untuk menyalurkan suatu informasi dari sumber informasi melalui media transmisi ke suatu tujuan tertentu. Inti dari sistem *lightwave* itu sendiri adalah fiber optik. Fiber optik merupakan salah satu jenis media transmisi yang pada dewasa ini telah menjadi alternatif utama dalam sistem komunikasi karena kemampuannya untuk menyalurkan informasi dengan kapasitas besar dan dengan kecepatan yang sangat tinggi. Dengan *bandwidth* transmisi yang besar, fiber optik sangat tepat digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan terhadap berbagai layanan informasi yang semakin beragam dan kompleks.

Kebutuhan teknologi pada kapasitas yang besar dapat teratasi dengan penerapan fiber optik dalam sistem komunikasi. Tetapi perlu diketahui bahwa sensitifitas yang tinggi pada fiber optik merupakan kendala utama dalam menghasilkan suatu sistem optik yang optimal. Untuk menghasilkan suatu sistem yang optimal maka diperlukan suatu format modulasi yang memiliki kualitas sinyal yang baik sampai di penerima, terutama sistem dengan kecepatan tinggi.

Format yang umum digunakan pada saat ini adalah format modulasi NRZ-DPSK dan RZ-DPSK, karena telah terbukti lebih andal dibanding dengan format modulasi terdahulunya, yaitu NRZ-OOK. Format modulasi NRZ-DPSK dan RZ-DPSK sendiri memiliki keandalan dan kekurangannya masing-masing. Pada tugas akhir ini akan dibahas karakteristik format modulasi NRZ-DPSK pada sistem optik dengan kecepatan tinggi, dengan (*Bit Error Rate*) BER sebagai parameter utamanya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada Tugas Akhir ini dibahas beberapa hal sebagai berikut :

1. Analisa Mach Zehnder

Apa dan bagaimana keluaran dari modulator Mach Zehnder.

2. Analisis transmisi meliputi :

Berapa jarak terjauh yang dapat di jangkau suatu sistem optik dengan bitrate yang sudah di tentukan.

3. Analisis *receiver*

Berapa nilai BER (*bit error rate*) dan daya sinyal keluaran dari *receiver* setelah mengalami redaman.

4. Analisis format modulasi

Membahas karakteristik sistem komunikasi optik dengan format modulasi RZ-DPSK, dengan BER dijadikan sebagai acuan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tugas akhir ini nantinya diharapkan akan mencapai beberapa tujuan berikut:

1. Menganalisa format modulasi pada sistem optik yang dilihat pada tingkat nilai BER.
2. Mengetahui pengaruh perubahan parameter – parameter terhadap sistem format modulasi
3. Mendapatkan analisa terhadap keterbatasan sistem.
4. Mendapatkan analisa optimasi sistem agar mampu memenuhi tuntutan perkembangan teknologi komunikasi akan kualitas sinyal yang baik.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar dalam pengerjaan ini didapatkan hasil yang optimal, maka masalah dibatasi sebagai berikut:

- Sistem optik yang digunakan adalah sistem optik *single* kanal.
- Keluaran Mach Zehnder yang dibahas adalah format modulasi NRZ-DPSK,
- Analisa yang dilakukan adalah analisa nilai BER sinyal keluaran dari receiver.

- Fiber optik yang digunakan adalah *fiber* optik *single mode* dengan jenis NZDSF-DCF (*Dispersion compensate fiber*)
- Format modulasi yang digunakan adalah (*Non Return to Zero*).
- Line coding yang digunakan adalah DPSK(*Differential Phase Shift Keying*).
- Panjang transmisi 800 km.
- Panjang gelombang yang digunakan adalah 1550 nm yang berada di daerah C-band (1530-1565 nm) .
- *Optoelectro* modulator yang digunakan adalah Mach Zehnder modulator tanpa membahas karakteristik perangkat dan penurunan rumusnya.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang dilakukan pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Melakukan studi kepustakaan dengan mengacu pada teori-teori yang ada.
2. Mempelajari struktur sistem optik.
3. Mempelajari tentang Mach Zehnder modulator.
4. Mengolah dan menganalisis data dengan simulasi software Matlab.
5. Penggunaan Matlab untuk menampilkan grafik analisis.
6. Konsultasi dan diskusi dengan dosen, pembimbing akademis, dan pihak-pihak yang berkompeten.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan, dan hipotesis pada Tugas Akhir ini.

#### **BAB II DASAR TEORI**

Pada bab ini dijelaskan teori-teori dasar dari sistem komunikasi optik, jenis-jenis fiber optik *single mode*.

### **BAB III PEMODELAN SISTEM**

Bab ini berisi tentang skema analisa sistem, untuk mengukur kinerja format modulasi pada sistem optik *single* kanal.

### **BAB IV ANALISIS**

Bab ini berisi tentang analisis terhadap hasil kinerja sistem yang meliputi analisis power link budget, risetime budget, dispersi sistem, serta nilai BER (*bit error rate*).

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari Tugas Akhir ini dan saran untuk pengembangan berikutnya



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari pengujian dan analisa yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem berjalan cukup baik, batasan rise time oleh format modulasi NRZ cukup untuk mendukung transmisi jarak jauh. Dengan format modulasi DPSK, sistem jadi lebih tahan terhadap error dimana hasil analisis menunjukan BER sistem adalah sebesar  $5,589 \times 10^{-7}$ .
2. Parameter yang berpengaruh pada BER sistem adalah temperatur kerja perangkat, responsivitas *receiver*, dan bandwith sistem. Dimana kinerja sistem akan sebanding terhadap tingkat responsivitas *receiver* dan juga besaran *bandwith* sistem, namun akan berbanding terbalik terhadap besarnya temperatur perangkat. Semakin besar bandwith kerja sistem, maka bitrate akan makin tinggi, namun bit rate yang makin tinggi itu juga akan mengakibatkan noise yang timbul akan makin besar.
3. Sistem memiliki keterbatasan dari sisi perangkat. Risetime total perangkat yang digunakan masih cukup besar untuk bisa mencapai jarak tempuh yang diinginkan di awal, yaitu 800 km. Selain itu, diperlukan juga penggunaan serat DCF(*Dispersion Compensate Fiber*) untuk mengatasi masalah dispersi yang timbul. Sebab, tanpa penggunaan DCF, jarak transmisi yang bisa terjadi hanya sejauh 11,1 Km saja
4. Agar BER bisa mencapai  $1 \times 10^{-9}$  maka dapat dilakukan pemilihan *receiver* dengan responsivitas yang lebih tinggi atau dengan cara memperbesar *preamplification* di sisi *receiver*, namun harus juga tetap memperhatikan kemungkinan penambahan *noise* yang terjadi. Baik itu shot *noise* ataupun thermal *noise*

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Analisa terhadap *bitrate* yang lebih tinggi (80 Gbps) dan juga penggunaan pada sistem multi kanal.
2. Analisa dan perbandingan dalam *bitrate* yang sama terhadap format modulasi yang lain, misalnya *NRZ mark*, *Return to bias*, *Biphase (Manchester)*.
3. Analisa efek Penggunaan EDFA pada sistem jarak yang lebih jauh.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Powers, John, "Fiber Optic Systems", Second Edition, Singapore, 1999
- [2]. Palais, J.C., "Fiber Optic Communications", Prentice-Hall International, Inc., Second Edition, London, United Kingdom, 1988
- [3]. Zanger, H & Zanger, C, "Fiber Optics: Communication and Other Applications", Collier McMillan Canada, Inc., Toronto, Canada, 1991
- [4]. S. Ramachandran, B. Mikkelsen, L. C. Cowsar, M. F. Yan, G. Raybon, L. Boivin, M. Fishteyn, W. A. Reed, P. Wisk, D. Brownlow, R. G. Huff, and L. Gruner-Nielsen, "All-Fiber Grating-Based Higher Order Mode Dispersion Compensator for Broad-Band Compensation and 1000-km Transmission at 40 Gb/s". IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL. 13, NO. 6, JUNE 2001
- [5]. Wicaksono, Prima., "Perancangan dispersion compensating fiber pada fiber singel mode dengan panjang gelombang 1550 nm" TA. IT Telkom. Bandung, 2009
- [6]. S.Q.Mawlud and M.I.Azawi, "Influence of Laser Diode Parameters on the Performance of Mach Zehnder Modulator". Physics Dept., College of Education, University of Salahaddin, Erbil, Iraq, 2006
- [7]. Dr. Ilya Lyubomirsky., "Advanced Modulation Formats for Ultra-Dense Wavelength Division Multiplexing". University of California, California, USA, 2007
- [8]. Zaenol Rachman, A "Analisa Perbandingan Sistem Format Modulasi Optik NRZ-DPSK & RZ-DPSK Terhadap NRZ-OOK Pada Sistem Lighwave Berkecepatan Tinggi" TA. IT Telkom. Bandung, 2009
- [9]. Agus Salim, D, "Perencanaan Jaringan Serat Optik DWDM PT Bakrie Tbk, link Bogor-Bandung", TA FT.UI. Depok, 2008
- [10]. Selvarajan, A., "Optical Fiber Communication Principles and Systems", Mc.Graw - Hill, Comp., International edition, Singapore, 2002
- [11]. [http://controls.angin.umich.edu/wiki/images/c/c4/table\\_Erf.pdf](http://controls.angin.umich.edu/wiki/images/c/c4/table_Erf.pdf)  
Unduh tanggal 5 januari 2011
- [12]. J.F.Chen, m. m. Loy, G. K. L Wong and Shengwang Du, "Optical Precursor with nite rise and fall time", Departement of physics, The Hongkong University of Science and Technology, Hongkong, Cin, February, 20100